第 37 卷第 22 期
2017 年 11 月
生 态 学 报
ACTA ECOLOGICA SINICA
Vol.37,No.22
Nov.,2017

DOI: 10.5846/stxb201609201895
曾瑜皙,钟林生,虞虎.碳排放影响下中国省域旅游效率损失度研究.生态学报,2017,37(22):7463-7473.
Zeng Y X, Zhong L S,Yu H.Evaluation of the tourism efficiency loss due to the influence of carbon emissions from tourism in China.Acta Ecologica Sinica, 2017,37(22):7463-7473.

碳排放影响下中国省域旅游效率损失度研究

曾瑜皙[1,2],钟林生[1,2,*],虞 虎[1]
1 中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101
2 中国科学院大学,北京 100049

摘要:旅游效率损失度反映了碳排放对旅游效率的影响程度。采用超越对数生产函数测算 2001—2014 年中国 30 个省(区、市)的旅游效率及损失度,并运用面板回归模型分析效率损失的驱动力。结果表明:(1)碳排放对中国各省(区、市),尤其是中部省份的旅游效率造成了损失。研究期内,中国总体旅游效率损失度呈现上升趋势,东部地区年均增幅最大;(2)中国旅游效率与损失度总体上处于中等水平,但损失度年均增长率远高于旅游效率增长率,中部地区因为排放问题造成了较大的效率损失;(3)根据不同省域旅游效率及其损失度,可划分为"高效低损、高效高损、低效低损、低效高损"4 种类型区;(4)基础设施、旅游接待能力、旅游吸引力、旅游产业规模、旅游产业结构、能源技术对不同类型区的影响存在差异,应根据外力驱动大小和作用方向调整旅游效率优化策略。

关键词:旅游效率损失度;旅游碳排放;驱动力;中国省域

Evaluation of the tourism efficiency loss due to the influence of carbon emissions from tourism in China

ZENG Yuxi[1,2], ZHONG Linsheng[1,2,*], Yu Hu[1]
1 *Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100101, *China*
2 *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100049, *China*

Abstract: Tourism efficiency (TE) has received increasing attention in research and policy development. Considering that CO_2-emission is one of the important factors influencing TE at both, international and regional levels, the need to understand its impact on TE is not only a managerial challenge, but also an issue of vital importance. This paper proposes a conceptual framework of tourism efficiency-loss (TEL), and calculates the TE and TEL of 30 Chinese provinces during 2001—2014 by utilizing the transcendental logarithmic production function, followed by the analysis of TEL variables using the panel regression model. Our results show that: (1) TEL can serve as an indicator of the impact of carbon emissions on TE. (2) For the entire study period, the CO_2-emission has resulted in a high TEL value for all provinces, especially in central China. At the provincial level, most of the eastern provinces (e.g., Tianjing, Shandong, Zhejiang, Jiangsu, etc.), small parts of the central provinces (e.g., Henan), and parts of the western provinces (e.g., Qinghai and Inner Mongolia) showed a lower TEL value, while most of the central and western provinces, such as Shanxi, Hunan, Hubei, Gansu, etc., showed a relatively high TEL value. (3) An average increase was observed in the growth rates of both TE and TEL; however, the annual growth rate of TEL was relatively higher than that of TE. The general TEL levels have been experiencing a rising trend over the past 15 years in China, and the eastern region became the fastest region, followed by the western and northeast region. On the contrary, the central provinces experienced a decrease in the rate of TEL. (4)

基金项目:国家自然科学基金(41671527)
收稿日期:2016-09-20; **网络出版日期**:2017-07-12

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: zhongls@ igsnrr.ac.cn

According to their TE and TEL values, the Chinese provinces can be categorized into four types: high-TE and low-TEL, high-TE and high-TEL, low-TE and high-TEL, and low-TE and low-TEL. The "high-TE and low-TEL" regions included Tianjing, Shanghai, Jiangsu, Zhejiang, Shandong, Guangdong, Henan, and Jilin, mostly in eastern China; the "high-TE and high-TEL" regions included Beijing, Hebei, Fujian, Shanxi, Anhui, Hubei, Hunan, Liaoning, and Chongqing, mostly in central China; the "low-TE and high-TEL" regions included Heilongjiang, Inner Mongolia, Sichuan, Yunnan, Shanxi, and Qinghai, mostly in northeast and northwest China; and the "low-TE and low-TEL" regions included Hainan, Jiangxi, Guangzhou, Gansu, Ningxia, and Xinjiang, mostly in central-western China. (5) The impacts of the infrastructure, reception capacity, attraction, industrial scale, industrial structure, and energy technology varied according to the type of region, making the selection of optimization measures different in each region. The "high-TE and low-TEL" regions should further improve the energy technology and optimize the structure of tourism industry. The "high-TE and high-TEL" regions should use energy-saving technology, reduce emissions from tourism transport, and speed up the transformation of the mode of traditional tourism development pattern to a more connotative and intensive growth pattern. The "low-TE and high-TEL" regions should focus on raising tourism scenic marginal benefit, optimizing the tourism industrial structure and improving the level of energy conservation and intensive utilization of resources and tourism management. The "low-TE and low-TEL" regions should adjust the structure of the tourism industry, pay attention to the protection of tourism resources and environment, and reduce the negative impact of transportation on the environment.

Key Words: tourism efficiency-losses; tourism carbon emissions; drive force; Chinese provinces

旅游效率是当前学术界和旅游业界关注的焦点[1]。旅游效率是指特定时间范围内旅游产业单位要素投入与旅游产出之比[2]，强调通过提高旅游投入要素使用效率、配置效率及技术效率来增强旅游产业竞争力，对于转型期我国旅游业实现集约型增长具有重要意义[3]。国内外旅游效率研究集中于旅游产业技术效率及旅游企业运营效率分析，学者们先后对国家、省域、景区等尺度的旅游交通、旅行社、旅游酒店等旅游生产单元的发展效率进行了水平测度、影响因素及时空演化格局分析[4-14]。

近年来，旅游业碳排放量占全球总量的比重不断提高[15-16]，学界意识到旅游效率研究不能单从经济角度考虑，还应将以碳排放为主的生态环境因素纳入分析[17]。Gössling 等首次提出旅游生态效率，并分析旅游业碳排放和经济收益之间的关系[18]，之后有学者对旅游生态效率、旅游碳排放效率、碳排放的旅游产业效率进行了研究[19-22]。相关研究在刻画旅游业对生态环境的影响、提高旅游业生态意识方面起到了重要作用，但尚未触及旅游业引致的负面环境后果（碳排放）对旅游经济（旅游效率）自身产生的反馈效应。低碳经济、绿色经济在中国已倡导多年，但始终未能建立起节能减排的长效机制，其中一个重要原因即碳排放行为具有外部性，行为主体没有意识到其造成的碳排放对生态环境的污染和破坏最终会带来经济组织（或个体）本身发展效率的折损[23]。考虑碳排放与否时的旅游产业效率存在显著差异[20]，即碳排放会对旅游效率造成一定的影响。由于大部分温室气体的生存寿命达到上百年乃至近千年[24]，即便人类活动引起的碳排放立即停止，过去排放积聚产生的影响仍将持续几个世纪[25]，碳排放对旅游效率的影响必将是长期性的，探究其影响程度及驱动因素是学界亟需解决的科学命题。

基于以上认识，本文结合已有研究基础，尝试提出旅游效率损失度概念，并对 2001—2014 年中国 30 个省、自治区、直辖市（后文统称为省份）的旅游效率损失度进行测算，分析其时空演化特征、驱动力及机制，据此提出降低损失的对策，以期为旅游产业环境负外部性的内化寻找可量化的途径，提供一种旅游生态环境管理的新思路，丰富旅游经济与旅游生态学研究内容，并对旅游业节能减排、旅游生态效率优化、旅游业绿色发展及生态文明建设提供实践指导。

1　数据与方法

1.1　变量遴选与数据来源

根据研究目的,本文使用的数据包括 2001—2014 年中国 30 个省份(因西藏、香港、澳门、台湾数据缺失较多,故未纳入研究范围)的相关各自产出、投入及反映地区旅游产业规模、禀赋特征和体制状况等变量的基础数据,这些数据来源于相关年份《中国统计年鉴》、《中国旅游统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》、《中国劳动统计年鉴》、《中国交通统计年鉴》。对于变量的处理及解释如下:

(1)投入-产出变量。产出指标借鉴曾国军等[26]的“旅游增加值剥离测算法”测算出各省旅游增加值;劳动投入指标使用有效旅游劳动的形式,用历年各省份的旅游从业人数及各省份就业人员平均受教育年限的乘积来表示,根据陈钊等[27]的方法对缺失年份的就业人员平均受教育年限数据进行补齐;资本投入指标借鉴张军等[28]、左冰等人[13]的方法,以旅游业固定资产净值作为资本存量的替代,旅游业固定资产净值利用永续盘算法延展得到,再把得到的数据统一调整为以 2001 年为基期的相应值;本文将碳排放作为投入要素来分析中国旅游效率。迄今为止,全球范围内还没有形成关于旅游业能源消耗和 CO_2 排放量估算的系统性方法[29],中国能源统计年鉴中也没有对旅游业或相关服务业能源消费做出细致的统计。为使能源消费与旅游产出对应,借鉴谢园方等[30]的“旅游消费剥离系数”,从交通运输、邮电通讯及仓储、餐饮业、批发和零售贸易业等第三产业部门的能源消费中剥离出旅游业能源消费量。计算公式为:

$$TC = \sum C_i = \sum_{i=1}^{n} (E_{ij}' R_i \alpha_j k) \tag{1}$$

$$i R_i = T_i / V_i \tag{2}$$

式中,TC 表示旅游业碳排放总量;C_i 为旅游行业 i 的碳排放量;E_{ij}' 表示行业 i 所消耗的 j 类能源量;R_i 表示 i 行业旅游剥离系数;V_i 为 i 行业增加值;T_i 为 i 行业旅游增加值,通过 i 行业增加值率乘以 i 行业旅游收入获得,其中 i 行业增加值率是 i 行业增加值与 i 行业总产值的比值;α_j 表示 j 类能源的折标准煤参考系数;k 表示单位标准煤的二氧化碳排放量,取为 2.45[31]。

(2)驱动因子变量。中国旅游效率存在典型的区域非均衡,受到区域旅游资源禀赋、城市化、市场化进程、区位因素[3]等影响。本文选取基础设施状况、旅游接待能力、旅游吸引力、市场活力、旅游产业规模、旅游产业结构、能源技术 7 个因子考察旅游效率损失度的外力驱动。①基础设施状况,借鉴吴延瑞等[32]的方法,用各省份每 10 km^2 土地上的公路长度与铁路长度的几何平均值来表征;②旅游接待能力采用住宿、餐饮设施相关指标;③旅游吸引力不仅与资源禀赋有关,还涉及景区宣传、内部设施、环境营造等,这些指标均可以通过景区企业数量、资金实力反映,故采用各省旅游景区数量、景区等级结构、旅游景区企业数量、固定资产来表征;④旅游市场活力指标采用樊纲等[33]提供的数据,并依据陈钊等[28]的方法对缺失值进行补充;⑤旅游产业规模用旅游业增加值表示;⑥旅游产业结构用旅游业中批发、零售、餐饮、住宿业与交通、仓储、邮电业收入的比值表示;⑦能源技术指标用能源强度即万元 GDP 能耗指标表示,该指标越小,则该省份的能源技术水平越强。

1.2　研究方法

1.2.1　构建 SFA 模型测算各省旅游效率

随机前沿(SFA,Stochastic Frontier Analysis)方法的优势体现在个体的生产过程能够通过估计的生产函数进行描述,且能将随机误差和无效率项分离,适于研究转型经济国家的效率问题[34]。为了尽可能减少因模型设定偏误对估计结果造成的误差,本文在 Battese 等[35]提出的 SFA 模型基础上,以旅游产业增加值为产出,以旅游资本(K)、有效劳动力(L)、旅游业碳排放(C)为投入,设定如下超越对数形式的随机前沿函数模型:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_{n=1}^{N} \beta_n \ln x_{nit} + 1/2 \sum_{n=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} \beta_{nj} \ln x_{nit} \ln x_{jit} + \sum_{n=1}^{N} \beta_{tn} t \ln x_{nit} + \beta_t t + 1/2 \beta_\mu t^2 + v_{it} - \mu_{it} \tag{3}$$

其中,

$$v_{it} \sim N(0,\sigma^2);\mu_{it} \sim N^+(m_{it},\sigma^2);m_{it} = \delta_0 + \sum_{j=1}^{J} \delta_h z_{hit} \tag{4}$$

y_{it} 表示第 i 个决策单元在第 t 年的产出，x_{nit} 表示第 n 个投入变量，在本文中分别代表旅游资本 K、旅游有效劳动 L 和旅游碳排放 C；t 表示技术变化的时间趋势，β 表示待估计的未知参数向量；v_{it} 为随机误差，假定服从 $N(0, \sigma_v^2)$ 的正态分布，同时假定其与 μ_{it} 相互独立，μ_{it} 表示生产无效率，服从均值为 m_{it} 方差为 σ^2 的截断正态非负随机变量；δ 为非效率方程中的系数待估计值；z_{hit} 为影响无效率的解释变量，J 为解释变量个数。

1.2.2 运用变异系数法衡量旅游效率损失度省际差异

采用变异系数测度旅游效率及损失度的省际差异，其计算公式如下[36]：

$$C_v = \frac{1}{\bar{Y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}} \times 100\% \tag{5}$$

C_v 为变异系数；$\bar{Y}$ 为省域旅游效率或损失度；n 为省域个数；Y_i 为各省域旅游效率水平或损失程度。C_v 越大，表示各省域间旅游效率或损失度相对差距越大。

1.2.3 运用面板回归模型分析效率损失度影响因素

面板模型综合运用截面数据与时间序列数据建立计量模型，更能反映个体之间存在的异质性[37]。其主要建模方法有 3 种：固定效应回归、随机效应回归及混合回归。模型的具体选择要通过 Hausman 检验及似然比检验来确定，本文首先初步建立中国 30 个省 2001—2014 年的旅游效率损失度与基础设施(z1)、旅游接待能力(z2)、旅游吸引力(z3)、旅游市场活力(z4)、旅游产业规模(z5)、旅游产业结构(z6)、能源技术(z7)的面板回归模型：

$$\ln(EE_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Z1_{it}) + \beta_2 \ln(Z2_{it}) + \cdots + \mu_i + \lambda_i + \mu_{it} \tag{6}$$

其中，EE_{it} 为 i 省在第 t 年的旅游效率损失度，t=2001，2002，…2014，i=1，2…30；$Z1_{it}$ 为地区 i 在第 t 年的基础设施水平，$Z2_{it}$ 为地区 i 在第 t 年的旅游接待能力……；β_0 为面板回归系数；μ_i 反映个体之间不随时间变化的差异性；λ_i 反映不随个体变化的时间差异性；μ_{it} 为经典误差项。

2 结果分析

2.1 模型检验及参数估计

效率损失是指因投入要素组合不合理而导致的生产结果对生产前沿的偏离[38]，其程度可以用损失度来表示。碳排放影响下的旅游效率损失度是指将碳排放因子作为投入变量前后旅游效率的减少程度，是从效率角度识别碳排放对旅游发展造成的损失，具体可通过测算考虑碳排放的旅游效率与不考虑碳排放的旅游效率差值而得。本文运用 Frontier 4.1 软件，用极大似然法同时对考虑旅游碳排放因素的旅游效率(模型 1)与不考虑旅游碳排放因素的旅游效率(模型 2)的随机前沿生产函数参数进行估计，结果如表 1。

从表 1 中可看出，对模型所对应的 C-D 生产函数模型使用性检验的似然比检验统计量 LR 的值达到62.3 和 54.1，表示本文选择的超越对数形式的生产函数是比 C-D 生产函数更适合的模型。在 43 个回归系数中，只有 6 个在 10%的显著性水平下不显著，31 个解释变量在 1%的水平下显著，说明变量的解释能力很强。同时，模型的单边偏误似然比都较大，表明两模型的随机误差部分都符合混合卡方分布，γ 值(0.87、0.82)都显著接近于 1，表明无论是否考虑碳排放因素，中国省份都存在普遍的技术无效情况。从投入变量来看，旅游劳动要素的产出弹性值与旅游资本要素产出弹性值之和在两个模型中均大于 1，表明中国旅游发展目前处于规模递增阶段，这与李亮等[3]的研究结果相一致。同时，旅游资本要素弹性值小于旅游劳动要素弹性值，表明中国旅游发展仍然处于劳动密集型阶段；碳排放要素产出弹性值为−0.1172，表明碳排放对中国旅游效率的提高产生了反向作用。

表 1　随机前沿模型估计结果

Table 1　Stochastic Frontier Model Parameter Estimates

解释变量 Explanatory variables	模型 1 系数 Coefficient of model 1	模型 2 系数 Coefficient of model 2	解释变量 Explanatory variables	模型 1 系数 Coefficient of model 1	模型 2 系数 Coefficient of model 2
常数项 Constant term	-6.1000***	-6.6952***	$t \times \ln L$	-0.0063**	0.0297*
$\ln K$	0.3291***	1.4894***	$0.5(\ln C)^2$	0.0022***	—
$\ln L$	0.9268**	1.9047***	$t \times \ln C$	0.0065***	—
$\ln C$	-0.1172***	—	$0.5t^2$	0.0240***	0.0306***
t	-0.1077	-0.3314	$z1$	0.3250***	0.4306***
$0.5(\ln K)^2$	0.2034***	-0.1022***	$z2$	-0.0142***	-0.0202***
$\ln K \times \ln L$	0.0247***	0.1717***	$z3$	-0.1485***	-0.2191**
$\ln K \times \ln C$	-0.2014***	—	$z4$	-0.3253	-0.4993*
$t \times \ln K$	0.0190***	-0.0225***	$z5$	0.0472***	-0.0510***
$0.5(\ln L)^2$	-0.0798*	-0.3963***	$z6$	-0.0298***	-0.0245**
$\ln L \times \ln C$	0.0741***	—	$z7$	-0.2457***	-0.1423***
σ^2	0.2147**	0.2574**	单边偏误似然比 LR test of the one-sided error	142.37	102.45
γ	0.8714***	0.8230**	样本数 Sample size	390	390
对数值 Log values	211.0383	254.9259	年数 Number of years	13	13
似然比检验 Likelihood ratio test	62.3	54.1	截面数 Number of sections	30	30

***、**、* 分别表示估计在 0.15、0.1、0.01 可信水平下显著不为 0

在非效率无效方程中,表征市场体制情况的旅游市场活力指数不显著,表明市场体制对旅游效率的作用不明显。两个模型中,旅游接待能力、旅游吸引力、旅游产业结构及能源技术的系数均为负,说明这 4 个变量对旅游效率的提高有积极作用。其中,旅游产业结构、能源技术在模型 1 中的系数小于模型 2 中的相应值,表明在加入碳排放因子的考虑时,旅游产业结构、能源技术对旅游效率的促进作用更大。旅游产业规模在模型 1 中的系数为正,在模型 2 中的系数为负,表明产业规模的提高能促进旅游产业效率,但将环境因子纳入考虑后,产业规模的扩大反而使旅游效率降低;两个模型中的基础设施系数估计值均为正,即以公路和铁路为代表的基础设施的增多反而拉低了旅游效率。由于基础设施建设需要大量投资,其效应的发挥又具有滞后性和长期性,而效率分析是一种短期(年度)分析,所以在这种分析中,出现对旅游效率的负面作用是符合逻辑的[39]。

2.2　旅游效率及损失度格局

2.2.1　旅游效率损失度

(1)全国 2001—2014 年多年平均总旅游效率损失度为 0.1397,由东部沿海向中西部内陆地区增加(图 1)。区域层面,中部地区平均损失度最高,其次为西部地区、东北地区、东部地区。省域尺度上,东部的天津、山东、浙江、江苏等,中部的河南,西部的青海、内蒙古等省份损失度最小;损失较大的省份有中部的山西、湖南、湖北等,西部的甘肃、宁夏、新疆等省份。采用自然裂点法划分为 5 个等级,最高等级(5 级)损失度地区约占 20%,集中在河西走廊、西北地区西部、华北西部及江南丘陵地区;4 级损失度地区约占 13.33%,以环渤海地区及闽江流域为集中分布区;3 级损失度地区约占 26.67%,主要分布华北东部及西南地区;2 级损失度地区约占 26.67%,以东北地区、内蒙古地区、四川盆地及东部沿海地区为主;1 级损失度地区约占 13.33%,主要分布在黄淮地区及黄河上游地区。这一现象表明,碳排放已经对中国各省的旅游效率造成了损失且大部分地区损失级别达 3 级以上。由于影响损失度的因子存在区域差异,旅游效率损失度也显示出差异化分布的特征。东部大部分地区距离主要客源市场近,交通碳排放强度小,旅游产业结构及节能技术较先进,碳排放对旅游效率造成的损失较小;而广大中西部地区因距离主要客源市场远,同时,旅游及相关产业发展方式较粗放,碳排放增长速度快,加剧了旅游效率的损失。

(2)2001—2014 年中国旅游效率损失度整体呈现上升态势,年均增幅为 3.26%。其中,东部地区

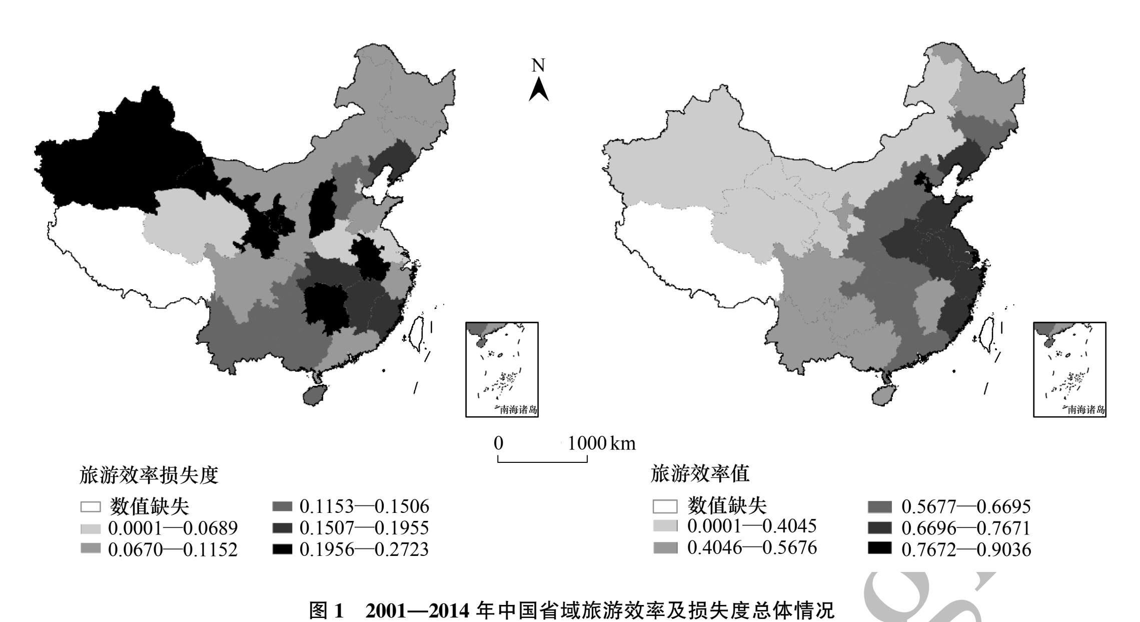


图 1 2001—2014 年中国省域旅游效率及损失度总体情况

Fig.1 Chinese provincial tourism efficient and efficient-loss(2001—2014)

(7.90%)年均增幅最大,其次为西部(5.96%)及东北地区(0.10%),中部地区旅游效率损失度逐年下降,年均降幅为 0.94%。全国整体、东部、东北旅游效率损失度增长率呈"U 型"曲线,即"减小-增加"趋势,东部地区增幅最大的省份有广东、天津,东北地区的吉林、辽宁增幅也较大;中部地区为波动下降趋势,降幅最大的省份有江西、湖北、安徽及山西,西部地区为波动上升趋势,主要表现在青海、陕西、贵州、重庆等省。

2.2.2 旅游效率与旅游损失度双维度分析

中国旅游效率平均值为 0.6033(图 1),损失度平均值为 0.1397,总体处于中等水平。但损失度年均增长率(3.26%)远高于旅游效率增长率(0.25%)。2001—2014 年各省旅游效率平均值在 0.5800—0.6400 之间,旅游效率损失度在 0.0400—0.2723 之间,损失度相差值较大。同时,变异系数值表明,2001—2014 年,全国旅游效率损失度变异系数平均值(0.53)大于旅游效率变异系数平均值(0.19),并且各时期、各区域的旅游效率损失度变异系数平均值均大于旅游效率变异系数平均值。表明中国各省在碳排放上的差异导致了更大的旅游效率差别,因此,不考虑碳排放因素的情况下,不仅会高估旅游效率,还会低估省际间的效率不平衡程度。区域层面上,旅游效率与损失度的区域分布存在差异,旅游效率从高到低依次为东部(0.7119)、中部(0.6576)、东北(0.5906)、西部(0.4784),效率损失从高到低依次为中部(0.1951)、西部(0.1338)、东北(0.1263)、东部(0.1183)。这表明,中部地区因为排放问题带来了较大的效率损失。

旅游效率值与效率损失程度在空间上存在差异。根据各省旅游效率及效率损失度,可以将全国划分为 4 种旅游效率类型区:①当省域旅游效率高于全国平均值、效率损失低于全国平均值,说明该省碳排放因素对旅游效率负面影响较小,旅游发展效益较好,划归为"高效低损区",包括天津、上海、江苏、浙江、山东、广东、河南、吉林,大部分为东部省份;②当省域旅游效率高于全国平均值,效率损失高于全国平均值,说明该省在旅游经济快速发展的同时引起的碳排放问题又反过来拉低了旅游效率水平,划归为"高效高损区",此类型区有北京、河北、福建、山西、安徽、湖北、湖南、辽宁、重庆,集中在中部地区;③当省域旅游效率低于全国平均值,效率损失低于全国平均值,说明该省旅游效率水平较低,同时碳排放没有对旅游效率构成主要威胁,划归为"低效低损区",此类型区主要分布在东北、西南地区,主要有黑龙江、内蒙古、四川、贵州、云南、山西、青海;④当省域旅游效率低于全国平均值,效率损失高于全国平均值,说明该省旅游效率水平较低,同时又受到碳排放因素的显著负面影响,旅游发展效益较差,划归为"低效低损区",此类区主要有海南、江西、广西、甘肃、宁夏、新疆,集中在中西部地区。

2.3　旅游效率损失度影响因素

2.3.1　面板模型检验

技术无效函数结果表明,各地区旅游产业规模、旅游产业结构、能源技术、基础设施、旅游接待能力、旅游吸引力等因素的非均衡性与邻近地区的空间交互效应共同作用于旅游效率损失度空间格局的形成与演变。各因素在不同旅游效率类型区的影响效应如何? 是否存在差异? 针对上述问题,进行旅游效率损失度面板回归模型验证与分析。

运用 Eviews 8.0 软件将原数据进行对数处理后作为初始变量进行单位检验,结果显示需要将基础设施与能源技术变量滞后 1 年,再次进行检验后所有变量均通过平稳检验及协整检验;以随机效应模型为原假设进行 Hausman 检验,检验结果的 P 值为 0.001,在 5%的显著性水平下应该拒绝原假设,故适合建立旅游生态效率关于基础设施、旅游接待能力、旅游吸引力、旅游市场活力、旅游产业规模、旅游产业结构、能源技术的个体固定效应变系数模型。模型检验结果见表 2。

表 2　平稳性检验及协整检验结果

Table 2　Consequences of stationarity and co-integration test

单位根检验 Unit Root Test	莱文—林—楚检验 LLC	增广迪基福勒检验 Fisher-ADF	菲利普斯—配荣检验 Fisher-PP	结论 Conclusion
LnZ1	−1.82	122.94	129.08	非平稳
△LnZ1	−16.94***	211.55***	270.20***	平稳
LnZ2	−20.14**	193.51***	92.05**	平稳
LnZ3	−6.065***	94.83***	101.22***	平稳
LnZ4	−10.64***	178.53***	187.21***	平稳
LnZ5	−21.38***	280.68***	345.51***	平稳
LnZ6	−26.25***	361.23***	529.59***	平稳
LnZ7	7.68	3.94	10.29	非平稳
△LnZ7	−7.72***	81.43***	211.60***	平稳
协整检验 Co-integration Test	Panel-ADF	Panel-PP	Group-ADF	Group-PP
系统 System	1.58***	3.41***	2.14***	1.25***
结论 Conclusion	存在协整关系			

***、**、*分别表示估计在 0.1、0.05、0.01 可信水平下显著不为 0;△表示滞后 1 期;LLC 为 Levin, Lin and Chu;ADF 为 Augmented Dickey-Fuller;PP 为 Phillips-Perron

2.3.2　各类型区旅游效率损失度外力驱动因子

基于个体固定效应变系数面板回归模型对 2001—2014 年中国省域旅游效率损失度的影响因素进行估计,模型拟合优度达到 0.9751,模型拟合效果较好。模型估计结果显示,除市场活力变量未能通过 10%水平下的假设检验外,其余变量对旅游效率损失度均产生显著影响(表 3)。市场活力变量反映市场化程度,市场化程度的提高对旅游效率有促进作用,但市场主体对减少碳排放、减缓碳排放影响的积极性有限,表明市场活力对旅游效率的影响较为复杂。

总体来看,基础设施、旅游接待能力、旅游吸引力、旅游产业规模、旅游产业结构、能源技术对省域旅游效率损失度有显著影响。其中,负向驱动力从大到小依次为能源技术、旅游产业结构、旅游接待能力、旅游吸引力。能源技术对旅游效率损失度的影响最大。能源技术是增强产业可持续发展能力的重要支撑[40],能源技术系数为负说明能源技术水平的提高将导致旅游效率损失度降低。加强能源技术在旅游业中的应用及推广是优化旅游能源结构的关键;正向作用从大到小依次为基础设施、旅游产业规模。基础设施是导致大部分地区旅游效率发生损失的重要因子,这种影响在高效高损区尤为明显。旅游交通碳排放是旅游业碳排放的主要来源[41-44],以铁路和公路为主的基础设施运行带来了大量的旅游业碳排放。长期来看,基础设施对旅游效率和旅游业碳排放的提高加剧了旅游效率的损失度;旅游产业规模变量系数为正,说明中国一些地区开始出现

旅游产业规模不经济现象。

表 3 旅游效率损失度影响因素

Table 3 Effect factors of tourism efficient-loss

类型区(样本数) Types of region(Sample size)	省份 Province	基础设施 Infrastructure	接待能力 Reception capacity	吸引力 Attraction	规模 Scales	技术 Technology	结构 Structure
高效低损区(8)	天津	0.800***	-1.193***	-0.399***	1.772***	-1.196***	0.035***
High-TE & low-TEL(8)	上海	1.308***	-0.274***	-0.045**	0.687**	-1.818***	0.233**
	江苏	0.690***	-0.408**	-1.019***	0.027***	-1.492***	-0.595***
	浙江	0.680***	-0.740***	-0.681*	1.041***	-1.544***	-0.123*
	山东	1.210***	-0.424***	-0.225***	-1.510**	-0.384***	-0.624***
	广东	1.940***	-0.990*	-0.570*	-5.431*	-2.591***	-1.889***
	河南	0.930**	-0.137**	-0.038***	-0.501**	-0.920***	1.645**
	吉林	0.280***	-0.230***	-0.307***	-1.951**	-1.529***	-5.809***
	整体	0.980	-0.549	-0.411	-0.733	-1.434	-0.891
高效高损区(9)	北京	0.160***	-0.167***	-0.031***	0.285***	-0.103**	0.055***
High-TE & high-TEL(9)	河北	1.547***	-0.076**	0.410**	-0.322***	-0.153**	-0.035***
	福建	1.640***	-0.485***	-0.550**	-2.260**	-0.318**	-0.407**
	辽宁	2.150***	-0.105**	-0.116*	0.892***	-0.084*	0.210***
	山西	0.165***	0.228**	-0.219**	-0.078***	-0.013***	-0.176**
	安徽	0.033***	0.017**	0.126*	0.167**	-0.077***	-0.250***
	湖北	1.846***	-0.090***	-0.202**	-0.344**	-0.014**	-0.791*
	湖南	1.064***	-0.210*	0.172**	0.462**	-0.102***	-0.693***
	重庆	1.420***	-0.036***	-0.310**	3.957***	-1.395**	1.301***
	整体	1.114	-0.103	-0.080	0.307	-0.251	-0.087
低效低损区(7)	黑龙江	1.080***	-0.365***	0.300*	-0.028***	-0.128***	-0.243***
Low-TE & high-TEL(8)	内蒙古	0.260**	-1.118**	0.470***	4.272***	-0.676**	-1.762***
	陕西	0.623***	-0.183**	-0.218***	-0.500***	-0.232*	-0.335***
	四川	1.210**	-0.230**	-0.870*	1.304**	-1.795**	-1.116*
	贵州	0.570**	0.010**	0.190**	1.437**	0.535***	-0.171***
	云南	0.427**	-0.320*	0.024**	1.521**	-2.279*	-0.853***
	青海	0.510***	-0.091***	0.153***	0.509***	0.325***	-0.124**
	整体	0.668	-0.328	-0.026	1.216	-0.607	-0.658
低效高损区(6)	海南	0.121***	0.112***	-0.096***	0.259***	-0.500***	-0.041***
Low-TE & low-TEL(8)	江西	1.383***	-0.259***	-0.028***	-0.593*	-0.607**	-0.299***
	广西	1.463*	-0.048**	-0.151**	0.070*	-0.295**	0.155**
	甘肃	1.286***	-0.033*	0.180***	-0.194***	-0.064***	0.421*
	宁夏	2.698**	-0.061**	-0.028***	-0.161***	-0.132**	-0.077**
	新疆	1.990***	-0.944*	-0.229***	0.217***	-0.027***	-0.044*
	整体	1.490	-0.205	-0.059	-0.067	-0.271	0.019
	全国	1.063	-0.262	-0.178	0.181	-0.653	-0.392

***、**、*分别表示估计在 0.1、0.05、0.01 可信水平下显著不为 0

6 种驱动力对各不同旅游效率类型区的影响程度具有显著差异：

①高效低损区中,能源技术、旅游产业结构、旅游产业规模、旅游接待能力、旅游吸引力对旅游效率损失度的降低产生了积极作用,其中能源技术和旅游产业结构的负面影响较大,说明能源技术的提高、旅游产业结构的轻型化将显著降低这类地区旅游效率损失度;天津、上海、浙江、广东等省市的旅游资源禀赋影响效应较小,旅游接待能力影响效应较大,说明以有形旅游资源为基础的观光旅游正逐渐被弱化,有形旅游资源经营的边

际收益递减效应开始显现,由旅游产业发展边界融合而形成的具有高附加值的新型旅游业态将逐渐成为提高旅游效率的主要方式。基础设施起正向推动作用但与其他 3 类地区相比作用力度较小,说明此类地区旅游交通仍然存在粗放发展的现象,一定程度上造成了旅游效率损失;

②高效高损区中,能源技术、旅游接待能力、旅游产业结构、旅游吸引力对旅游效率损失度的降低产生了积极作用,其中能源技术、旅游接待能力的反向作用较大,说明能源技术的提高、旅游接待能力的提升将显著降低这类地区旅游效率损失度;基础设施、旅游产业规模的正向推动作用大,尤其是辽宁、湖北、河北等省,说明这类地区应该加强旅游交通节能减排力度,加大旅游休闲消费占旅游收入中的比重,加快转变传统旅游发展方式为内涵式、集约型发展;

③低效低损区中,旅游产业结构、能源技术、旅游接待能力对旅游效率损失度有显著的负向作用,尤其是旅游产业结构的改善促进了旅游效率损失度的下降;基础设施对该类区的旅游效率损失产生了一定的贡献,但程度较小;旅游产业规模在内蒙古、贵州、云南等省区产生了正向作用,表明这些省份出现了较严重的旅游产业规模不经济现象,应该着重提高旅游产业边际效益,改善旅游产业结构,提高资源能源节约集约利用及旅游管理水平;旅游吸引力对内蒙古、黑龙江、贵州、青海等省的旅游效率损失起到推动作用,主要是由于这些省份大多位于生态脆弱地区,旅游景区在相同的开发力度下,对旅游环境的影响要大于其他地区,再加上管理运营中不注重环境影响,季节性、粗放经营导致经营效率低下,加剧了旅游效率的损失;

④低效高损区中,能源技术、旅游接待能力、旅游产业规模、旅游吸引力对旅游效率损失度的降低产生了积极作用;基础设施与旅游产业结构的回归系数为正,基础设施正向驱动较大表明基础设施的增多促进了该类地区旅游效率损失的扩大,这主要是由于交通行业产生大量碳排放,同时基础设施的建立未能有效带动当地旅游经济的发展和旅游产业结构的优化调整,尤其是宁夏、新疆等省,在未来发展中应该调整旅游产业结构,丰富旅游产品类型,同时注重旅游资源环境的保护,减轻旅游交通对生态环境的负面影响。

3　结论与讨论

旅游效率损失度概念是在旅游效率与碳排放效率研究基础上的延伸,对丰富旅游效率研究理论体系具有重要意义。碳排放对旅游效率的提高具有抑制作用,碳排放增加会导致旅游效率的下降,以往的研究仅分析了降低后的旅游效率,忽视了对下降程度及其影响因素的考察。本文通过引入旅游效率损失度,衡量旅游业碳排放影响下的旅游效率削减程度;从时间和空间角度,分析损失度格局演变特征;从整体和类型区的角度,探讨基础设施等因素的影响机理。研究结果能加深管理决策者、经营主体和公众对碳排放与旅游经济效益之间关系的认识,为节能减排驱动机制的创建提供参考依据。

2001—2014 年,碳排放对中国省域旅游效率造成了损失且大部分地区损失级别达 3 级以上,中部地区平均损失度最高,其次为西部地区、东北地区、东部地区;中国旅游效率损失度年均增长率远高于旅游效率增长率,其中,东部地区年均增幅最大,其次为西部、东北部,中部地区旅游效率损失度逐年下降。从整体来看,能源技术水平的提高将显著减缓旅游效率损失。近年来,中部地区因资本投入的增加替代了部分能源投入进而降低能源强度[45],但与此同时,中部地区旅游产业规模增大引起的碳排放增多又导致了旅游效率损失,产生规模不经济现象。此外,旅游产业结构、旅游接待能力、旅游吸引力等指标与损失度呈负相关;基础设施是导致大部分地区旅游效率发生损失的重要因子,虽然基础设施的完善有利于旅游经济的增长,但不注重资源环境影响的粗放式发展最终会加剧旅游效率的损失。从类型区来看,基础设施等因子对不同类型区的影响作用方式具有显著差异,因根据外力驱动的大小和作用方向采取旅游效率优化措施。高效低损区应进一步提高能源技术和旅游产业结构;高效高损区应加强旅游交通节能减排力度,加快转变传统旅游发展方式为内涵式、集约型增长发展;低效低损区应着重提高旅游景区边际效益,改善旅游产业结构,提高资源能源节约集约利用及旅游管理水平;低效高损区应调整旅游产业结构,注重旅游资源环境的保护,减轻旅游交通对生态环境的负面影响。

本文采用的超越对数形式的随机前沿函数模型(Translog-SFA)确保了生产前沿面本身的随机性(前沿面固定时会忽略统计噪声,如DEA方法),对于面板数据研究而言,其结果更加接近现实。但传统的SFA参数方法不能直接用于考虑多产出情况下的旅游效率分析,无法同时考察旅游产业内部多种行业的产出变化,未来在进行结构效率损失分析时需要利用距离函数与成本函数来估计多产出技术中的参数问题[46];本文在归因分析中,仅考虑了旅游产业规模、能源技术等经济指标,未来需要进一步关注环境政策、旅游者环境行为等社会文化变量;本文采用的交通运输、邮电通讯及仓储、餐饮业、批发和零售贸易业等第三产业是影响旅游业碳排放的主要驱动因素,但旅游活动及其附带服务等也起到间接影响作用[29,47-48]受数据所限,本文未能估算这些间接环节的碳排放,可能造成估算结果偏小,这也是省域尺度研究中的一个难点。今后将进一步追踪旅游活动的碳排放量并研究旅游间接碳排放量测算方式,使碳排放测算结果更加综合全面。

参考文献(References):

[1] 曹芳东, 黄震方, 余凤龙, 吴丽敏. 国家级风景名胜区旅游效率空间格局动态演化及其驱动机制. 地理研究, 2014, 33(6): 1151-1166.

[2] 马晓龙. 国内外旅游效率研究进展与趋势综述. 人文地理, 2012, 27(3): 11-17.

[3] 李亮, 赵磊. 中国旅游发展效率及其影响因素的实证研究——基于随机前沿分析方法(SFA). 经济管理, 2013, 35(2): 124-134.

[4] Morey R C, Dittman D A. Evaluating a Hotel GM′s performance: a case study in benchmarking. Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly, 1995, 36(5): 30-35.

[5] Anderson R I, Fish M, Xia Y, Michello F. Measuring efficiency in the hotel industry: a stochastic frontier approach. International Journal of Hospitality Management, 1999, 18(1): 45-57.

[6] Ng C K, Seabright P. Competition, privatization and productive efficiency: evidence from the airline industry. The Economic Journal, 2001, 111(473): 591-619.

[7] Fernandes E, Pacheco R R. Efficient use of airport capacity. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2002, 36(3): 225-238.

[8] Barros C P, Matias Á. Assessing the efficiency of travel agencies with a stochastic cost frontier: a Portuguese case study. International Journal of Tourism Research, 2006, 8(5): 367-379.

[9] 方叶林, 黄震方, 王坤, 涂玮. 中国星级酒店相对效率集聚的空间分析及提升策略. 人文地理, 2013, 28(1): 121-127.

[10] Bosetti V, Locatelli G. A data envelopment analysis approach to the assessment of natural park′s economic efficiency and sustainability. The case of Italian national parks. Sustainable Development, 2006, 14(4): 277-286.

[11] 曹芳东, 黄震方, 吴江, 徐敏, 周玮. 国家级风景名胜区旅游效率测度与区位可达性分析. 地理学报, 2012, 67(12): 1686-1697.

[12] 陶卓民, 薛献伟, 管晶晶. 基于数据包络分析的中国旅游业发展效率特征. 地理学报, 2010, 65(8): 1004-1012.

[13] 左冰, 保继刚. 1992-2005年中国旅游业全要素生产率及省际差异. 地理学报, 2008, 63(4): 417-427.

[14] 曹芳东, 黄震方, 吴江, 徐敏. 城市旅游发展效率的时空格局演化特征及其驱动机制——以泛长江三角洲地区为例. 地理研究, 2012, 31(8): 1431-1444.

[15] UNWTO, UNEP, WMO. Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges. Madrid: CEDRO, 2008.

[16] 王凯, 李娟, 席建超. 中国旅游经济增长与碳排放的耦合关系研究. 旅游学刊, 2014, 29(6): 24-33.

[17] Cadarso M Á, Gómez N, López L A, Tobarra M Á. Calculating tourism′s carbon footprint: measuring the impact of investments. Journal of Cleaner Production, 2016, 111: 529-537.

[18] Gössling S, Peeters P, Ceron J P, Dubois G, Patterson T, Richardson R B. The eco-efficiency of tourism. Ecological Economics, 2005, 54(4): 417-434.

[19] 王坤, 黄震方, 曹芳东. 中国旅游业碳排放效率的空间格局及其影响因素. 生态学报, 2015, 35(21): 7150-7160.

[20] 韩元军, 吴普, 林坦. 基于碳排放的代表性省份旅游产业效率测算与比较分析. 地理研究, 2015, 34(10): 1957-1970.

[21] 彭红松, 章锦河, 韩娅, 汤国荣, 张瑜. 旅游地生态效率测度的SBM-DEA模型及实证分析. 生态学报, 2017, doi: 10.5846/stxb201507311616.

[22] 李鹏, 杨桂华, 郑彪, 张一群. 基于温室气体排放的云南香格里拉旅游线路产品生态效率. 生态学报, 2008, 28(5): 2207-2219.

[23] Dasgupta P S, Ehrlich P R. Pervasive externalities at the population, consumption, and environment nexus. Science, 2013, 340(6130): 324-328.

[24] 谢平, 段兵. 气候变化风险溢价研究. 金融研究, 2010, (8): 16-32.

[25] IPCC. Climate change 2013: the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2013

[26] 曾国军, 蔡建东. 中国旅游产业对国民经济的贡献研究. 旅游学刊, 2012, 27(5): 23-31.

[27] 陈钊, 陆铭, 金煜. 中国人力资本和教育发展的区域差异: 对于面板数据的估算. 世界经济, 2004, 27(12): 25-31.

[28] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952-2000. 经济研究, 2004, (10): 35-44.

[29] Kuo N W, Chen P H. Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environmental loads from island tourism based on a life cycle assessment approach. Journal of Cleaner Production, 2009, 17(15): 1324-1330.

[30] 谢园方, 赵媛. 长三角地区旅游业能源消耗的 CO_2 排放测度研究. 地理研究, 2012, 31(3): 429-438.

[31] 陈飞, 诸大建. 低碳城市研究的理论方法与上海实证分析. 城市发展研究, 2009, 16(10): 71-79.

[32] 吴延瑞. 生产率对中国经济增长的贡献: 新的估计. 经济学(季刊), 2008, 7(3): 827-842.

[33] 樊纲, 王小鲁, 朱恒鹏. 中国市场化指数——各地区市场化相对进程 2009 年报告. 北京: 经济科学出版社, 2010.

[34] Fries S, Taci A. Cost efficiency of banks in transition: evidence from 289 banks in 15 post-communist countries. Journal of Banking & Finance, 2005, 29(1): 55-81.

[35] Battese G E, Coelli T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. Empirical Economics, 1995, 20(2): 325-332.

[36] 刘汉初, 卢明华, 刘成. 山西省县域人口半城市化的空间格局研究. 经济地理, 2015, 35(1): 21-28.

[37] Teixeira A A C, Queirós A S S. Economic growth, human capital and structural change: a dynamic panel data analysis. Research Policy, 2016, 45(8): 1636-1648.

[38] Nguyen B H, Takahashi Y, Yabe M. Environmental efficiency and economic losses of Vietnamese tea production: implications for cost savings and environmental protection. Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University, 2016, 61(2): 383-390.

[39] 匡远凤, 彭代彦. 中国环境生产效率与环境全要素生产率分析. 经济研究, 2012, (7): 62-74.

[40] 关伟, 许淑婷. 中国能源生态效率的空间格局与空间效应. 地理学报, 2015, 70(6): 980-992.

[41] Gössling S. Global environmental consequences of tourism. Global Environmental Change, 2002, 12(4): 283-302.

[42] Gössling S. Sustainable tourism development in developing countries: some aspects of energy use. Journal of Sustainable Tourism, 2000, 8(5): 410-425.

[43] Dubois G, Ceron J P. Tourism/leisure greenhouse gas emissions forecasts for 2050: factors for change in France. Journal of Sustainable Tourism, 2006, 14(2) 172-191.

[44] Peeters P, Szimba E, Duijnisveld M. Major environmental impacts of European tourist transport. Journal of Transport Geography, 2007, 15(2): 83-93.

[45] 林伯强, 杜克锐. 理解中国能源强度的变化: 一个综合的分解框架. 世界经济, 2014, 37(4): 69-87.

[46] 蒂莫西·J·科埃利, D·S·普拉萨德·拉奥, 克里斯托弗·J·奥唐奈, 乔治·E·巴蒂斯. 效率与生产率分析引论(第二版). 王忠玉, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2008: 265-265.

[47] Dawson J, Stewart E J, Lemelin H, Scott D. The carbon cost of polar bear viewing tourism in Churchill, Canada. Journal of Sustainable Tourism, 2010, 18(3): 319-336.

[48] Howitt O J A, Revol V G N, Smith I J, Rodger C J. Carbon emissions from international cruise ship passengers' travel to and from New Zealand. Energy Policy, 2010, 38(5): 2552-2560.